

УДК 592:574.5

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЛЕНОСТНОЙ ТОЛЕРАНТНОСТИ ГЕТЕРОГОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ СОЛОНОВАТЫХ ВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМОВ

А. В. Кошелев

Одесский филиал Института биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины,
Одесса, Украина, koshelev2006@ukr.net

ECOLOGY-BIOLOGICAL ASPECTS OF SALINITY TOLERANCE OF THE HETEROGONIC INVERTEBRATES IN TEMPORARY POOLS

A. V. Koshelev

Odessa Branch of the A. O. Kovalevsky Institute of Southern Seas NAS Ukraine, Odessa Ukraine

Изучение отношений «организм – среда» является одной из основных задач гидроэкологии. Для беспозвоночных солоноватых и соленых временных водоемов, одним из руководящих факторов среды является соленость, изменяющаяся в широком диапазоне, а важнейшей характеристикой, описывающей отношение гидробионтов к солености, является соленостная толерантность.

Выявление диапазонов соленостной толерантности и реакций организмов на действие солености актуально для решения не только общетеоретических вопросов гидроэкологии, но и ряда практических задач, связанных в частности, с аквакультурой, биотестированием, проблемой биологических инвазий. Актуальность и целесообразность исследований по отношению к солености гетерогонных беспозвоночных определяется их перспективностью в морской аквакультуре и экотоксикологических экспериментах (Lubzens et al., 2001; Snell, Janssen, 1995).

Поскольку в водных экосистемах постоянно присутствуют все поло-возрастные группы на разных стадиях жизненного цикла, выявление адаптивности к солености должно базироваться на исследованиях, проводимых на всех стадиях онтогенеза, от взрослых половозрелых особей до ювенисов и яиц (Charmantier, Wolcott, 2001).

Объектами экспериментальных исследований служили лабораторные культуры *Brachionus plicatilis* O.F. Müller (Rotatoria) и *Moina mongolica* Daday (Cladocera), выделенные из солоноватых эфемерных водоемов северо-западного Причерноморья.

Одним из иницирующих факторов смены способа размножения коловраток и ветвистоусых ракообразных является плотность популяции, действующая опосредовано через метаболитный фон. Накопление метаболитов приводит к появлению самцов, миктических самок, результатом чего, является откладка латентных яиц. Экспонирование амиктических самок *B. plicatilis* при солености превышающей 74 ‰, привело к изменению половой структуры. Данная экспериментальная популяция была представлена исключительно не размножающимися амиктическими самками, поскольку невозможны закладка и развитие не только амиктических и миктических, но и латентных яиц. Таким образом, пороговое значение солености репродуктивной активности лабораторной культуры *B. plicatilis* составило 74 ‰. При незначительном снижении солености (до 2 ‰), восстанавливалась репродукция.

Увеличение солености до 35 ‰ вызывало видоизменение марсупиальной камеры у *M. mongolica*, уплотнению в дорзовентральном направлении, что не давало возможности для нормального вынашивания яиц и эмбрионов. Кроме того, нарушалась пространственная ориентация рачков; особи держались в толще воды головным отделом вниз, выталкиваемые плотностью воды в верхние слои экспозиционных сосудов. Культура *M. mongolica* была выделена из временного водоема, соленостью 34 ‰ и в течение 5 лет постоянно культивировалась при солености 8–12 ‰, что в итоге привело к значительному сужению толерантного диапазона (олигогалинности). Данное явление вполне объясняется концепцией (Khlebovich, Abramova, 2000) о «генетических триадах», когда в популяциях, наряду с формами, способными существовать во всем диапазоне солености, характерным для вида в целом, возможно появление форм, галопреферendum которых смещен в сторону опреснения или осолонения.

Важным критерием в оценке толерантных границ беспозвоночных может выступать продолжительность солевого анабиоза. Признаком солевого анабиоза является мгновенная иммобилизация, во время которой происходит резкое уменьшение объема тела, что связано с потерей воды организмом (Зенкевич, 1937). Солевого анабиоз наблюдался при внезапной смене солености до 45 ‰ для контрольной группы и до 64 ‰ для коловраток, акклиматизированных к 35 ‰. Продолжительность солевого шока составила 21 мин. и 37 мин. соответственно. Причем выход из анабиотического состояния и возврат к активной жизнедеятельности происходил одновременно для всех коловраток. Для яйценосных самок была характерна реакция абортирования яиц. При резком изменении солености наблюдалось округление формы тела и в результате конвульсивных движений ногой происходил отрыв как субитанных, так и латентных яиц, кроме того амиктические яйца схлопывались не выдерживая увеличения осмотического давления.

Реакцией на стрессовое воздействие солёности было абортирование и гибель потомства, а после акклимации и выхода из солевого анабиоза материнские особи сохраняли жизнеспособность и впоследствии были способны к формированию следующего поколения.

Результаты экспериментов показали, ювенисы *B. plicatilis*, отрожденные из латентных яиц более устойчивы к солёности ($LC_{50} = 58,8\%$), чем ювенисы из партеногенетической культуры ($LC_{50} = 39,9\%$). Очевидно, что преодоление солёностного барьера может быть эффективно реализовано постлатентными ювенисами, обеспечивая успех колонизации в широком диапазоне солёности. Показано, что потомство гетерогонных беспозвоночных, отрожденное из латентных яиц, обладает более крупными липидными включениями, чем самки из генераций субитанных яиц, что и обуславливает устойчивость к факторам среды (Gilbert, 2004). Устойчивость к голоданию за счет жировых запасов наряду с широкой толерантностью к солёности определяет стартовую численность популяций после диапаузы.

Экспонирование латентных яиц при солёности выше 50‰ приводило к дегидратации латентных яиц вследствие осмотической потери воды, уменьшению размеров и стрикции внутреннего содержимого яиц. При этом невозможно завершение диапаузы и выход ювенисов из латентных яиц после действия активирующих факторов. В таких условиях ребиоз (переход к активному способу жизни) возможен при распреснении до уровня, обеспечивающего гидратацию яиц и выклев молоди. Известна высокая устойчивость покоящихся стадий беспозвоночных к ядам различного происхождения, что объясняется эволюционной адаптацией к прохождению диапаузного развития в иле, выделяющем органические яды (Макрушин, Лянгузова, 2006). Действие солёности так же хорошо переносится латентными яйцами *B. plicatilis* и *M. mongolica*, но все же непреодолимо осмотическое обезвоживание, которое, однако, не влияет на развитие эмбрионов.

Реализация принципиально различных репродуктивных стратегий возможна благодаря качественным различиям субитанных и латентных яиц. Два типа продуцируемых яиц значительно различаются не только по способу образования, но и по биохимическому составу (Pauwels et al., 2007). Обеспеченность латентных яиц питательными веществами не только необходима для диапаузного развития эмбрионов, но и имеет адаптивное значение для постлатентных ювенисов, рождаемых в наиболее благоприятных условиях. Диапауза завершается выходом ювенисов после действия реактивирующих агентов и, как правило, приурочена к весеннему времени, когда наблюдаются наиболее благоприятны кормовые, температурные и солёностные условия, что гарантирует интенсификацию стартовой численности популяции (Arbačiauskas, 2001).